

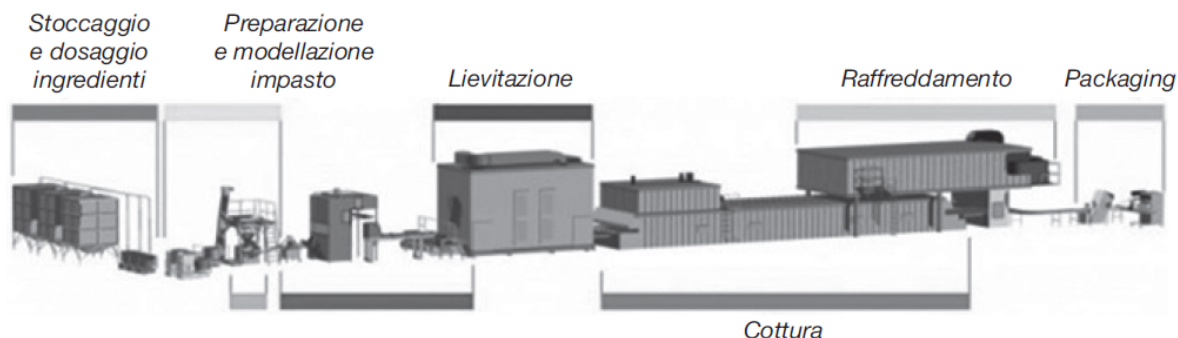
ANNO SCOLASTICO 2016-2017
ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE
Indirizzo: ITAT – ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA
ARTICOLAZIONE AUTOMAZIONE

Tema di: SISTEMI AUTOMATICI

Il candidato svolga la prima parte della prova e due tra i quesiti proposti nella seconda parte.

PRIMA PARTE

Il processo di produzione di una industria alimentare nella quale vengono preparati e impacchettati prodotti da forno (biscotti) è rappresentato dallo schema riprodotto in figura.



In una prima parte del processo avviene il dosaggio delle materie prime e il relativo impasto; l'impasto viene poi modellato, lievitato e cotto in un'altra zona dell'impianto e successivamente i biscotti vengono poi raffreddati e portati verso la zona di impacchettamento.

Si desidera automatizzare la parte dell'impianto relativa al dosaggio e all'impasto per prodotti da forno di una industria dolciaria.

L'impasto è ottenuto dalla miscela di due diverse farine combinate con il lievito e con l'acqua opportunamente pesati e successivamente amalgamati.

Il sistema di automazione deve consentire di realizzare tre ricette attraverso la differenziazione, nella miscela, della percentuale delle due farine.

La selezione delle singole ricette viene identificata tramite un codice apposto sul carrello.

I carrelli sono mossi da un nastro trasportatore.

L'avvio del processo avviene tramite un pulsante di START e la presenza di un carrello A all'inizio del nastro.

Il carrello si deve fermare sotto la stazione di erogazione della farina.

La quantità di farina da erogare viene individuata tramite una cella di carico a ponte resistivo con uscita in tensione (0-10 V) e sensibilità 0,1V/1N che funge da bilancia; raggiunto il peso desiderato inizia l'erogazione che termina, ovviamente, quando il peso è tornato a 0 N.

Al termine dell'erogazione delle farine inizia quella del lievito per una durata di 5 s per ottenere la quantità prefissata, successivamente viene immessa la quantità di acqua necessaria pesata mediante una cella di carico simile a quella per pesare la farina; terminata l'immissione dell'acqua il nastro riparte fino a portare il carrello A sotto il mescolatore.

La fase di mescolamento avviene durante quella di carico del successivo carrello B.

I serbatoi delle farine sono provvisti di indicatori di livello a ultrasuoni che segnalano la quota di farina presente durante il processo e forniscono una tensione in uscita tra 0 e 10 Volt corrispondente rispettivamente al livello minimo e massimo.

A seguito del raggiungimento del livello minimo della farina in uno dei serbatoi, l'impianto si arresta e riprende a funzionare automaticamente una volta effettuato il riempimento del serbatoio fino alla soglia di massimo carico.

Il serbatoio dell'acqua si suppone rifornito costantemente dall'impianto idrico.

L'impianto è inoltre provvisto di un pulsante di STOP che determina l'arresto del processo di produzione e l'annullamento della ricetta in corso.

Il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive ritenute necessarie:

1. illustri una possibile configurazione dell'intero sistema automatico individuando i dispositivi necessari alla sua realizzazione, i principali segnali elettrici di controllo e i relativi valori che consentono di gestire il sistema;
2. rappresenti, mediante un diagramma di flusso, e codifichi in un linguaggio di propria conoscenza l'azionamento del nastro trasportatore e l'impasto degli ingredienti;
3. descriva un possibile sistema di selezione della ricetta e di conseguenza la sua attuazione in fase di caricamento delle farine.

Infine il candidato descriva un sistema di elaborazione in grado di effettuare una stima percentuale del numero di impasti prodotti per ogni tipo di ricetta.

SECONDA PARTE

QUESITO 1

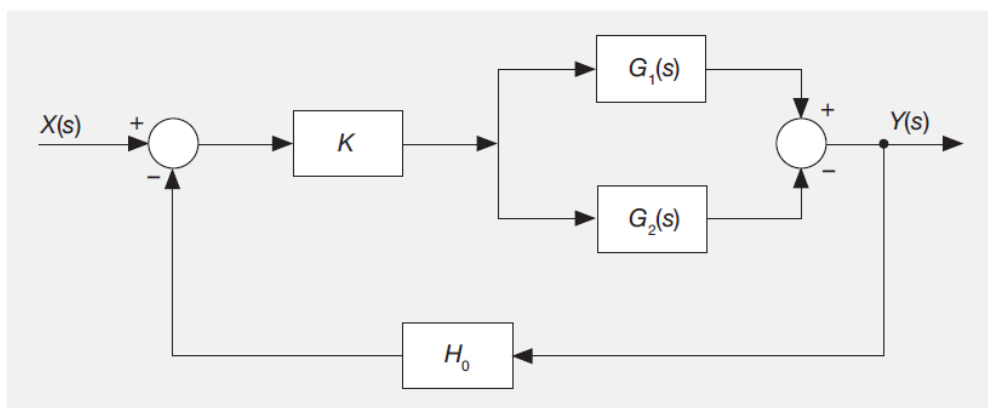
Con riferimento alla prima parte della prova e in particolare al sistema di caricamento degli ingredienti, il candidato realizzi un sistema di arresto e riavvio del processo di produzione quando il rilevatore ad ultrasuoni segnala il livello minimo di farina all'interno dei silos e determini la successiva ripartenza una volta che il serbatoio è stato nuovamente riempito.

QUESITO 2

Con riferimento alla prima parte della prova, il candidato preveda un sistema di segnalazione luminosa nelle fasi di movimentazione del nastro e caricamento dei prodotti nel carrello durante l'intero processo, motivando le scelte effettuate.

QUESITO 3

A seguito di misure condotte su un processo di automazione, si è ricavato il modello a blocchi rappresentato in figura .



Le funzioni di trasferimento dei componenti G_1 e G_2 valgono rispettivamente:

$$G_1(s) = \frac{1}{s+1} \quad G_2(s) = \frac{s}{(s+10)^2}$$

Il blocco indicato con K rappresenta un opportuno coefficiente di controllo, mentre $H_0=1/2$. Il candidato, dopo aver ricavato la funzione di trasferimento dell'intero sistema, determini per quali valori di K il sistema risulta asintoticamente stabile. Posto quindi $K=20$ determini graficamente il margine di fase della funzione ad anello aperto dai corrispondenti diagrammi di Bode.

QUESITO 4

Il candidato, dopo aver evidenziato le differenze tra disturbo parametrico e disturbo additivo, discuta quali vantaggi apporta la controreazione in un sistema di controllo in relazione a riduzione dei disturbi, velocità di risposta e stabilità del sistema stesso. Fornisca un esempio significativo sulla base delle proprie conoscenze.

soluzione PRIMA PARTE

Si desidera automatizzare la prima parte dell'impianto, quella che si occupa del dosaggio e all'impasto.

Parte 1_configurazione del sistema

Si ipotizza che la movimentazione del nastro venga attuata utilizzando un motore asincrono trifase opportunamente dimensionato.

Un secondo motore viene utilizzato per la movimentazione del dispositivo mescolatore.

Il sistema di automazione prevede la presenza, lungo il nastro, di cinque postazioni, delle quali quattro sono stazioni di erogazione dei componenti dell'impasto mentre l'ultima è costituita dal mescolatore.

Il nastro si ferma quando il carrello che contiene l'impasto raggiunge la fotocellula presente in corrispondenza di ciascuna postazione.

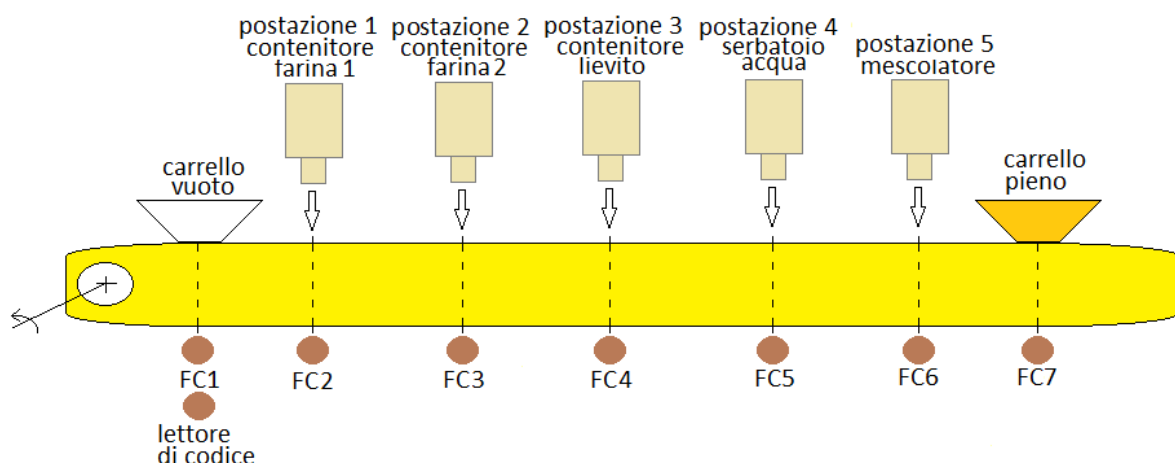
Due ulteriori fotocellule vengono poste all'inizio e alla fine del nastro per rilevare la presenza del carrello.

Un lettore di codice posto all'inizio del nastro serve per la selezione della ricetta.

L'erogazione dei componenti dell'impasto venga attuata utilizzando delle elettrovalvole.

Il processo ha termine quando viene prelevato il carrello che contiene l'impasto opportunamente mescolato.

L'impianto viene schematizzato nella figura seguente.

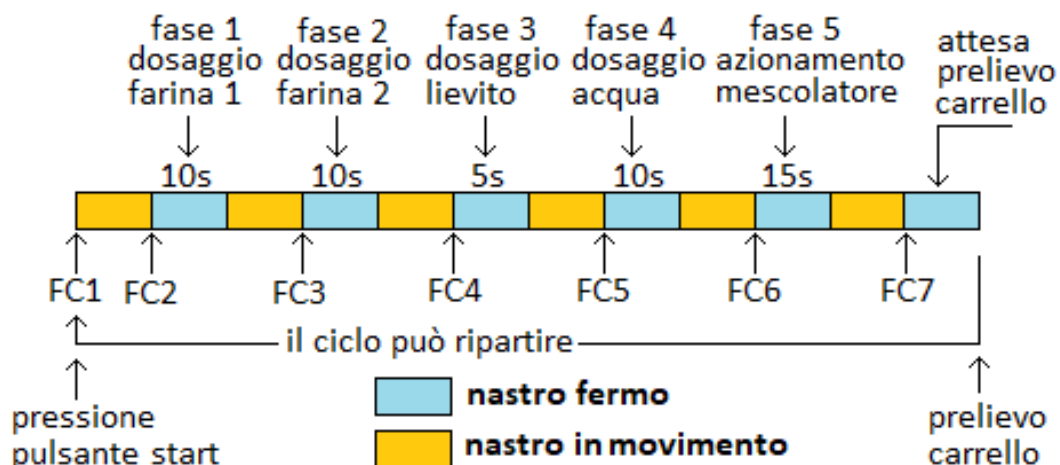


Parte 2_sequenza e programmazione

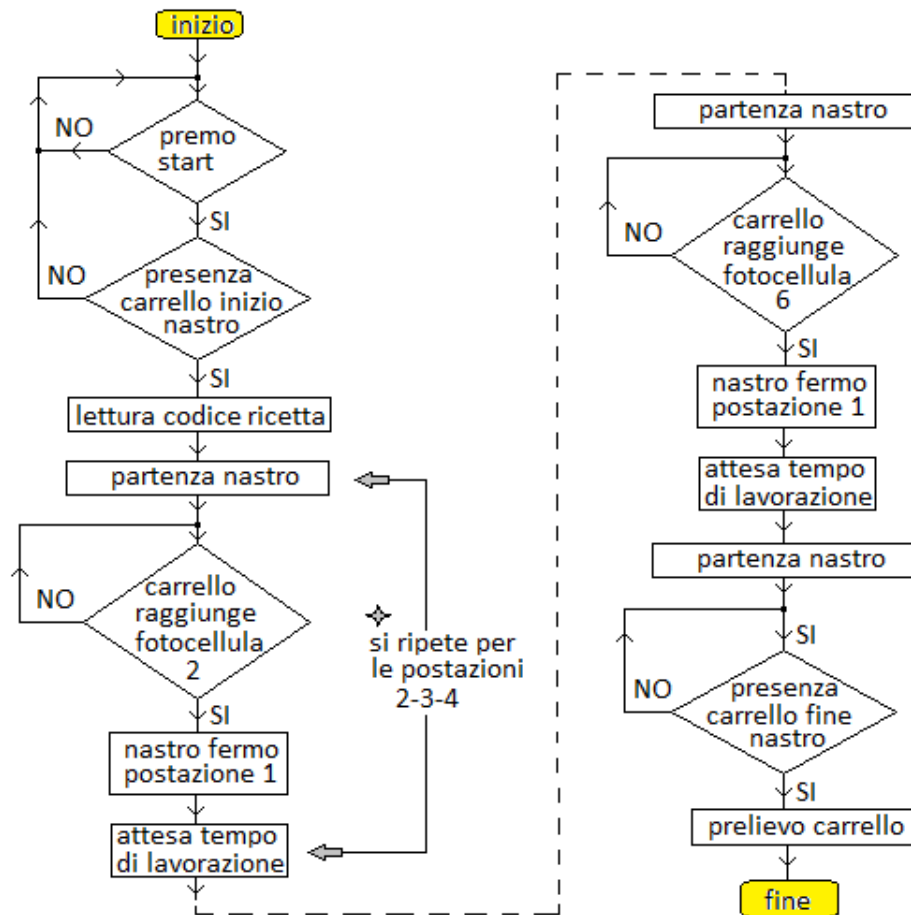
Si può ipotizzare che il processo avvenga sequenzialmente nel modo seguente:

- l'avviamento del processo avviene premendo il pulsante di start solo se la fotocellula 1 rileva la presenza del carrello sul nastro;
- viene letto il codice della ricetta;
- quando il carrello raggiunge la fotocellula 2 il nastro si ferma in corrispondenza della stazione di erogazione della farina di tipo 1;
- la farina esce dal contenitore, viene pesata fino a quando raggiunge il peso desiderato in relazione al tipo di ricetta e infine deposta sul carrello;
- Il nastro riparte dopo 10 s;
- quando il carrello raggiunge la fotocellula 3 il nastro si ferma in corrispondenza della stazione di erogazione della farina di tipo 2;
- la farina esce dal contenitore, viene pesata fino a quando raggiunge il peso desiderato in relazione al tipo di ricetta e infine deposta sul carrello;
- Il nastro riparte dopo 10 s;
- quando il carrello raggiunge la fotocellula 4 il nastro si ferma in corrispondenza della stazione di erogazione del lievito;
- Il nastro riparte dopo 5 s;
- quando il carrello raggiunge la fotocellula 5 il nastro si ferma in corrispondenza della stazione di erogazione dell'acqua;
- l'acqua esce dal recipiente, viene pesata fino a quando raggiunge il peso desiderato in relazione al tipo di ricetta e infine deposta sul carrello;
- Il nastro riparte dopo 10 s;
- il nastro si ferma in corrispondenza del dispositivo mescolatore quando raggiunge la fotocellula 6;
- l'impasto viene opportunamente mescolato;
- il nastro riparte dopo 15 s;
- quando il carrello raggiunge la fotocellula 7 il nastro si ferma e il carrello può essere prelevato;
- dopo il prelievo del carrello il ciclo può riprendere.

Il diagramma temporale del ciclo di funzionamento del nastro trasportatore viene mostrato in figura.



Lo schema a blocchi dell'intero processo viene riportato in figura.



La realizzazione dell'automatismo può essere affidata ad un PLC.

Per la programmazione si può utilizzare il linguaggio ladder.

Per la stesura del programma viene fatto riferimento allo schema realizzato in logica elettromeccanica di seguito proposto.

Lo schema riguarda la parte di automatismo relativa all'attivazione del nastro; deve essere completata con la parte di automatismo relativa alle lavorazioni che avvengono quando il nastro è fermo davanti alle postazioni.

In pratica deve essere completato con l'azionamento delle elettrovalvole e del motore del mescolatore.

Nello schema non è stato inserito il contatto chiuso del relè termico in serie sulla linea di comando.

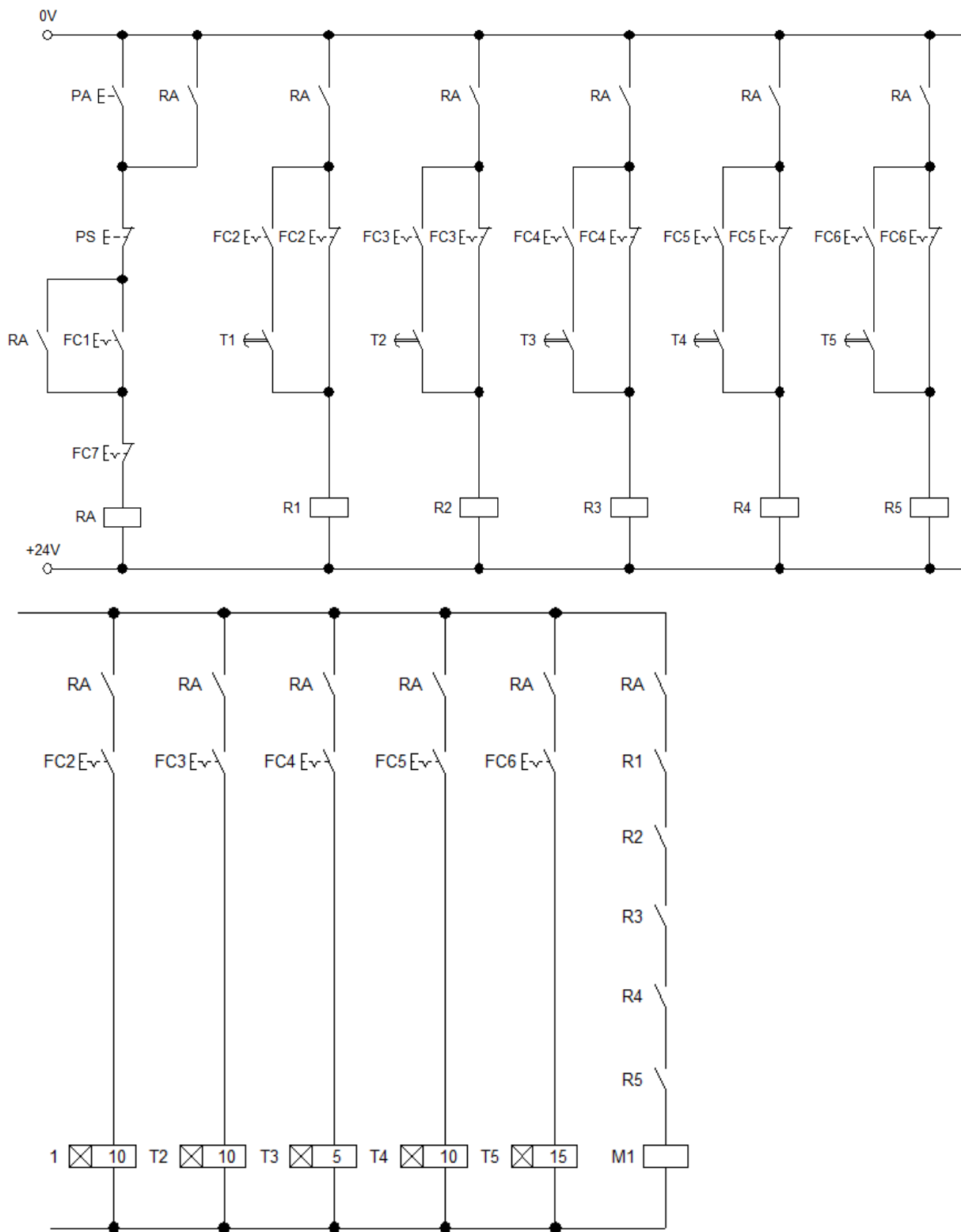
Nello schema reale non si è tenuto conto del numero di contatti di cui effettivamente dispone una fotocellula.

Per ciascuna delle fotocellule da FC2 a FC6 infatti sono stati inseriti utilizzati tre contatti, due aperti e uno chiuso, che i componenti reali di solito non posseggono.

Lo schema deve essere adattato al numero dei contatti della fotocellula aggiungendo eventualmente altri relè ausiliari.

I temporizzatori sono cinque e i tempi sono quelli corrispondenti alla sosta nelle differenti postazioni.

Quando il carrello raggiunge una fotocellula il motore del nastro si ferma e il timer corrispondente alla fotocellula inizia a contare; al termine del conteggio il motore riparte.



Lo schema ladder viene realizzato utilizzando il software dei relè programmabili Zelio di produzione Schneider.

Il medesimo schema potrebbe essere realizzato utilizzando il software di altre case costruttrici come Siemens o Omron.

La scelta del PLC dipende dal numero degli ingressi e delle uscite che si devono avere a disposizione.

Selezione corrente			
	Base		Estensioni non contigue
Riferimento	SR3B261FU	1	Non selezionato
Alimentazione	100-240VAC		
Ingressi	16 DIGITALE		
Uscite	10 RELÈ		Estensioni
Orologio	Sì	1	Non selezionato
Lingua	Ladder	2	Non selezionato
Numero totale di ingressi/uscite		16 I / 10 O	

Ingressi fisici

No	Simbolo	Funzione	Blocco	Parametri	Localizzazione (L/C)	Commento
I1		Ingressi digitali	---	Nessun parametro	(1/1)	PA pulsante avvio
I2		Ingressi digitali	---	Nessun parametro	(1/2)	PS pulsante stop
I3		Ingressi digitali	---	Nessun parametro	(1/3)	FC1 fotocellula inizio nastro
I4		Ingressi digitali	---	Nessun parametro	(1/4)	FC7 fotocellula fine nastro
I5		Ingressi digitali	---	Nessun parametro	(3/2) (4/2) (13/2)	FC2 fotocellula farina1
I6		Ingressi digitali	---	Nessun parametro	(5/2) (6/2) (14/2)	FC3 fotocellula farina2
I7		Ingressi digitali	---	Nessun parametro	(7/2) (8/2) (15/2)	FC4 fotocellula lievito
I8		Ingressi digitali	---	Nessun parametro	(9/2) (10/2) (16/2)	FC5 fotocellula acqua
I9		Ingressi digitali	---	Nessun parametro	(11/2) (12/2) (17/2)	FC6 fotocellula mescolatore

Uscite fisiche

No	Simbolo	Funzione	Latching	Localizzazione (L/C)	Commento
Q1		Uscite digitali	No	(19/6)	uscita motore nastro

Funzioni parametrizzabili

No	Simbolo	Funzione	Blocco	Latching	Parametri	Localizzazione (L/C)	Commento
M1		Relè ausiliari	---	No	Nessun parametro	(1/6) (2/1) (2/3) (3/1) (5/1) (7/1) (9/1) (11/1) (13/1) (14/1) (15/1) (16/1) (17/1) (18/1) (19/1)	RA bit interno linea comando
M2		Relè ausiliari	---	No	Nessun parametro	(3/6) (18/2)	R1 bit interno farina1
M3		Relè ausiliari	---	No	Nessun parametro	(5/6) (18/3)	R2 bit interno farina2
M4		Relè ausiliari	---	No	Nessun parametro	(7/6) (18/4)	R3 bit interno lievito
M5		Relè ausiliari	---	No	Nessun parametro	(9/6) (19/4)	R4 bit interno acqua
M6		Relè ausiliari	---	No	Nessun parametro	(11/6) (19/3)	R5 bit interno mescolatore
M7		Relè ausiliari	---	Sì	Nessun parametro	(18/6) (19/2)	bit interno motore nastro
T1		Temporizzatori	No	No	Vedere dettagli più avanti	(4/3) (13/6)	T1 timer farina1
T2		Temporizzatori	No	No	Vedere dettagli più avanti	(6/3) (14/6)	T2 timer farina2
T3		Temporizzatori	No	No	Vedere dettagli più avanti	(8/3) (15/6)	T3 timer lievito
T4		Temporizzatori	No	No	Vedere dettagli più avanti	(10/3) (16/6)	T4 timer acqua
T5		Temporizzatori	No	No	Vedere dettagli più avanti	(12/3) (17/6)	T5 timer mescolatore

Schema del programma

No	Contatto 1	Contatto 2	Contatto 3	Contatto 4	Contatto 5	Bobina
001	I1 PA pulsante avvio	I2 PS pulsante stop	I3 FC1 fotocellula inizi...	I4 FC7 fotocellula fine ...		M1 ()
002	M1		M1			RA bit interno linea ...
003	RA bit interno linea ...	i5 FC2 fotocellula farin...				M2 ()
004		I5 T1				R1 bit interno farina1
005	M1	i6 FC3 fotocellula fari...				M3 ()
006	RA bit interno linea ...	I6 T2				R2 bit interno farina2
007	M1	i7 FC4 fotocellula lievito				M4 ()
008	RA bit interno linea ...	I7 T3				R3 bit interno lievito
009	M1	i8 FC5 fotocellula acq...				M5 ()
010	RA bit interno linea ...	I8 T4				R4 bit interno acqua
011	M1	i9 FC6 fotocellula me...				M6 ()
012	RA bit interno linea ...	I9 T5				R5 bit interno mesc...
013	M1	I5				TT1 ()
014	RA bit interno linea ...	I6				T1 timer farina1 TT2 ()
015	M1	I7				T2 timer farina2 TT3 ()
016	RA bit interno linea ...	I8				T3 timer lievito TT4 ()
017	M1	I9				T4 timer acqua TT5 ()
018	RA bit interno linea ...	I9				T5 timer mescolatore M7 ()
019	M1	M2	M3	M4		bit interno motore n...
019	M1	M7	M6	M5		Q1 ()
019	RA bit interno linea ...	bit interno motore n...	R5 bit interno mesc...	R4 bit interno acqua		uscita motore nastro

Parte 3_selezione della ricetta

Le ricette possibili sono 3; si ipotizza la seguente composizione:

- ricetta 1_ farina tipo uno 25%, farina tipo due 75%;
- ricetta 2_ farina tipo uno 50%, farina tipo due 50%;
- ricetta 3_ farina tipo uno 75%, farina tipo due 25%.

Le informazioni sulla tipologia di ricetta vengono fornite attraverso il lettore di codice.

Nel momento in cui il carrello raggiunge le postazioni l'elettrovalvola si apre e comincia a erogare in relazione alle informazioni ricevute.

L'erogazione termina quando l'uscita della bilancia elettronica fornisce un valore di tensione proporzionale alla quantità di farina necessaria per la ricetta.

Essendo il fondo scala della bilancia pari a 10 V, si possono ipotizzare valori limite di tensione pari rispettivamente a 2,5 V, 5 V e 7,5 V.

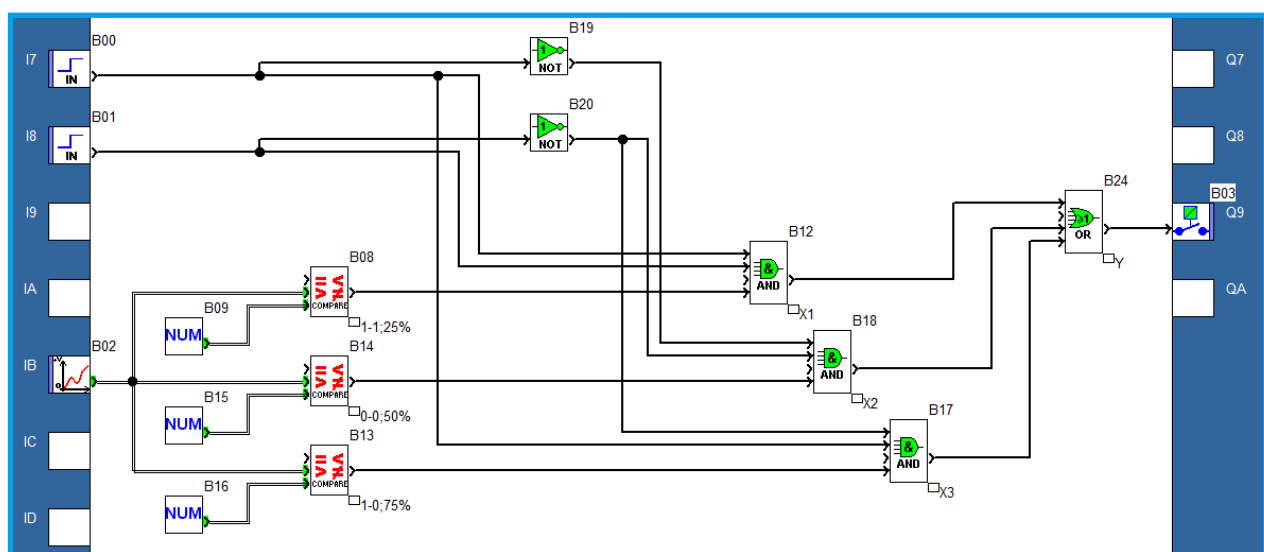
Le uscite del sensore che funziona da bilancia possono essere considerati come ingressi del PLC; altri due ingressi forniscono in codice binario la composizione delle ricette; si può ipotizzare la seguente codifica:

- 11 per la ricetta 1;
- 00 per la ricetta 2;
- 10 per la ricetta 3.

Un esempio di programma scritto nel linguaggio FBD del relè programmabile Zelio prodotto da Schneider viene di seguito proposto per quanto riguarda l'azionamento dell'elettrovalvola che eroga la farina di tipo 1.

Le uscite del sensore vengono confrontate (funzione Compare) con i valori percentuali (che devono essere riportati a valori compresi tra 0 e 255); le soglie di confronto corrispondono pertanto a 63, 127 e 191 (sono i valori di NUM).

Una rete logica (ingressi X1, X2 e X3 e uscita Y) tiene aperta l'elettrovalvola tenendo conto del codice e del valore analogico del sensore.



Ingressi fisici

Ingresso	No	Simbolo	Funzione	Blocco	Parametri	Commento
I7	B00		Ingresso digitale	—	Nessun parametro	
I8	B01		Ingresso digitale	—	Nessun parametro	
IB	B02		Ingresso analogico 0..10V	—	Connessione elettrica all'ingresso : 0 - 10 V	

Uscite fisiche

Uscita	No	Simbolo	Funzione	Commento
Q9	B03		Contatto normalmente aperto	

Funzioni parametrizzabili

No	Simbolo	Funzione	Blocco	Latching	Parametri	Commento
B08		Confronto di 2 valori	—	—	VALEUR 1 ≤ VALEUR 2	1-1,25%
B09		Costante numerica	No	—	Valore della costante : 63	
B12		AND logico	—	—	Nessun parametro	X1
B13		Confronto di 2 valori	—	—	VALEUR 1 ≤ VALEUR 2	1-0,75%
B14		Confronto di 2 valori	—	—	VALEUR 1 ≤ VALEUR 2	0-0,50%
B15		Costante numerica	No	—	Valore della costante : 127	
B16		Costante numerica	No	—	Valore della costante : 191	
B17		AND logico	—	—	Nessun parametro	X3
B18		AND logico	—	—	Nessun parametro	X2
B24		OR logico	—	—	Nessun parametro	Y

Stima percentuale delle ricette

In questo caso sono necessari tre contatori che, attivati ad esempio quando il carrello viene prelevato, incrementano il loro conteggio in base ai dati relativi alla ricetta codificati con due bit:

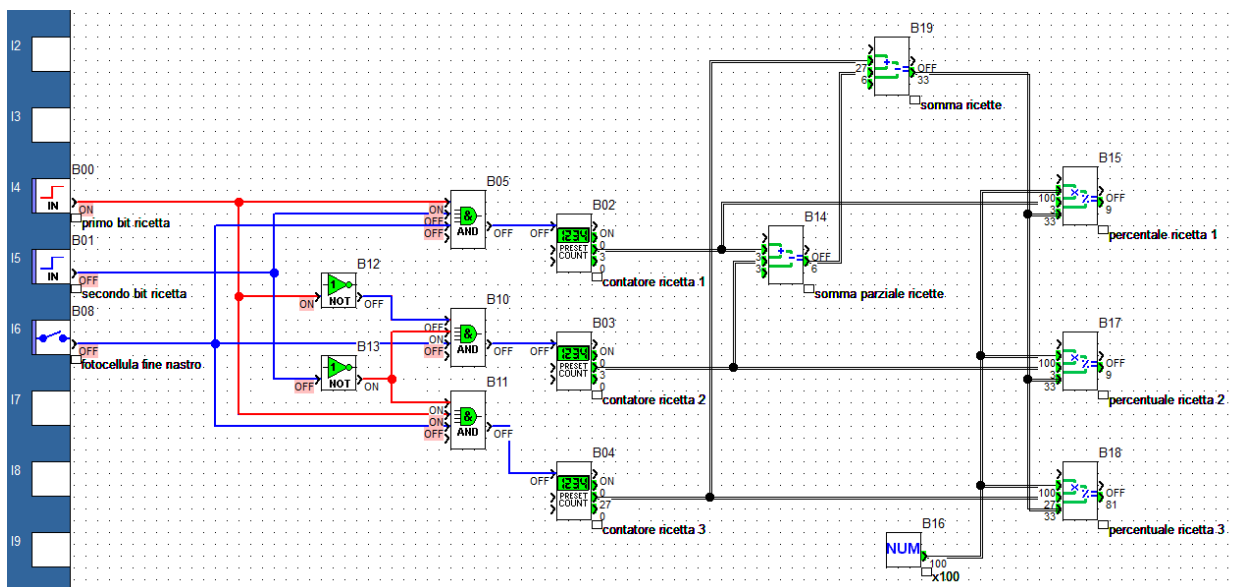
- 11 per la ricetta 1;
- 00 per la ricetta 2;
- 10 per la ricetta 3.

Un esempio di programma scritto nel linguaggio FBD del relè programmabile Zelio prodotto da Schneider viene di seguito proposto.

Due blocchi sommatori effettuano la somma delle ricette in relazione alle informazioni fornite dai contatori; sono necessari due blocchi per il terzo ingresso di ciascun blocco effettua la sottrazione.

Tre blocchi moltiplicatori calcolano infine le tre percentuali.

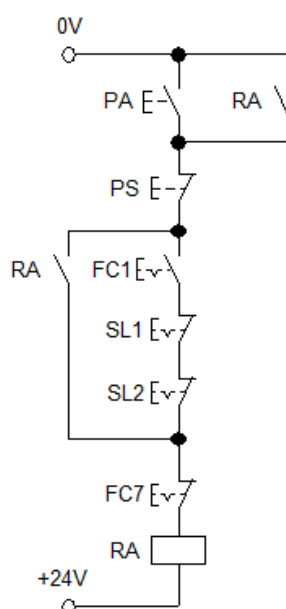
Il caso indicato in figura indica che l'automatismo ha eseguito 3 impasti di tipo 1, 3 di tipo 2 e 27 di tipo 3.



soluzione **SECONDA PARTE**

QUESITO 1

I sensori a ultrasuoni segnalano il livello minimo della farina all'interno dei silos. Quando la farina raggiunge il livello minimo i sensori lo segnalano facendo aprire il contatto corrispondente contatto. A seguito della segnalazione il ciclo di lavorazione non si deve interrompere. Facendo riferimento allo schema in logica cablata questo può essere ottenuto inserendo i due contatti chiusi, come mostrato in figura, in serie con il contatto della fotocellula FC1.



QUESITO 2

Si possono prevedere, contenute in un apposito quadro o dislocate in uno o più punti dell'impianto opportunamente predisposti, le seguenti segnalazioni luminose:

- lampada 1_ indica che il nastro è in movimento nelle fasi di transizione tra le postazioni, si deve accendere quando è attiva la bobina del contattore;

- lampada 2_ indica che il nastro è fermo per lavorazione postazione 1, si deve accendere quando il carrello interrompe il fascio di luce emesso da FC2;
- lampada 3_ indica che il nastro è fermo per lavorazione postazione 2, si deve accendere quando il carrello interrompe il fascio di luce emesso da FC3;
- lampada 4_ indica che il nastro è fermo per lavorazione postazione 3, si deve accendere quando il carrello interrompe il fascio di luce emesso da FC4;
- lampada 5_ indica che il nastro è fermo per lavorazione postazione 4, si deve accendere quando il carrello interrompe il fascio di luce emesso da FC5;
- lampada 6_ indica che il nastro è fermo per lavorazione postazione 5, si deve accendere quando il carrello interrompe il fascio di luce emesso da FC6;
- lampada 7 indica che il carrello si trova a fine nastro, si deve accendere quando il carrello interrompe il fascio di luce emesso da FC7.
- lampada 8_ indica che l'impianto è fermo per guasto motore nastro, si deve accendere quando si apre il contatto del relè termico disposto sulla linea di comando;
- lampada 9_ indica che l'impianto è pronto per l'avviamento con il carrello posizionato a inizio nastro, si deve accendere quando il carrello interrompe il fascio di luce emesso da FC1;
- lampada 10_ indica che l'impianto è pronto per l'avviamento con il carrello non ancora posizionato a inizio nastro, si deve accendere quando le lampade di cui in precedenza sono tutte spente;

QUESITO 3

F.d.t. ad anello chiuso

Per la f.d.t. ad anello chiuso risulta la seguente espressione generica:

$$G_{ac}(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{K \cdot (G_1 + G_2)}{1 + H_0 \cdot K \cdot (G_1 + G_2)}$$

Sostituendo ed elaborando i dati a disposizione si ottiene:

$$G_{ac}(s) = \frac{2Ks^2 + 21Ks + 100K}{s^3 + (K + 21)s^2 + (10,5K + 120)s + (50K + 100)}$$

Stabilità al variare di K

Per determinare la stabilità del sistema al variare del parametro K occorre individuarne l'equazione caratteristica ed applicare il criterio di Routh-Hurwitz.

Per l'equazione caratteristica risulta:

$$1 + H_0 \cdot K \cdot (G_1 + G_2) = 1 + 0,5 \cdot K \cdot \left(\frac{1}{s+1} + \frac{s}{(s+10)^2} \right)$$

Elaborando l'espressione si ottiene

$$1 + H_0 \cdot K \cdot (G_1 + G_2) = 1 + 0,5 \cdot K \cdot \frac{s^2 + 10,5s + 50}{s^3 + 21s^2 + 120s + 100}$$

e di conseguenza:

$$1 + H_0 \cdot K \cdot (G_1 + G_2) = \frac{s^3 + (21 + K)s^2 + (120 + 10,5K)s + (100 + K)}{s^3 + 21s^2 + 120s + 100}$$

Dall'espressione

$$s^3 + (21 + K)s^2 + (120 + 10,5K)s + (100 + K) = 0$$

si ottiene la seguente tabella di Routh-Hurwitz.

1		B=120+10,5K
A=21+K	con $K>0$, A è sempre positivo	C=100+K
A·B-C=10,5K ² +99,5K+2420	con $K>0$, A è sempre positivo	
C	con $K>0$, C è sempre positivo	

Il criterio di Routh-Hurwitz afferma che ad ogni variazione di segno che presentano i termini della prima colonna della tabella, considerati successivamente, corrisponde una radice con parte reale positiva, ad ogni permanenza una radice con parte reale negativa. Per la verifica della stabilità si devono analizzare le permanenze di segno al variare di K . Condizione necessaria affinché le radici dell'equazione caratteristica abbiano tutte parte reale negativa è che tutti i termini siano positivi.

In questo caso il sistema risulta asintoticamente stabile al variare di K (con $K>0$).

Margine di fase ad anello aperto con $K=20$

Per la f.d.t. ad anello aperto, sostituendo $K=20$, si ottiene:

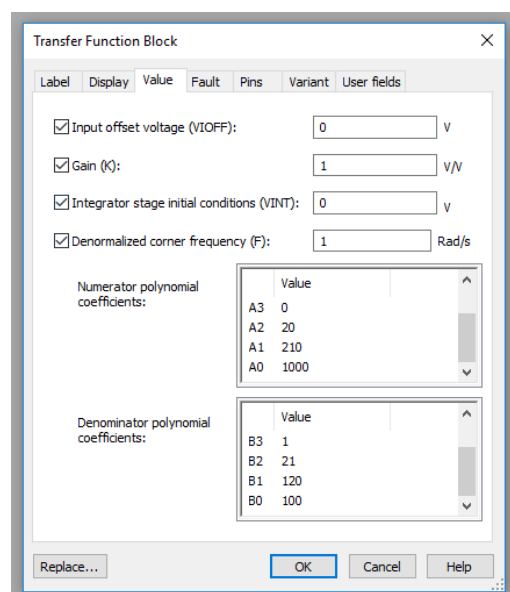
$$G_{aa}(s) = H_0 \cdot K \cdot (G_1 + G_2) = 0,5 \cdot 20 \cdot \left(\frac{1}{s+1} + \frac{s}{(s+10)^2} \right) = 10 \left(\frac{1}{s+1} + \frac{s}{(s+10)^2} \right)$$

Elaborando l'espressione si ha:

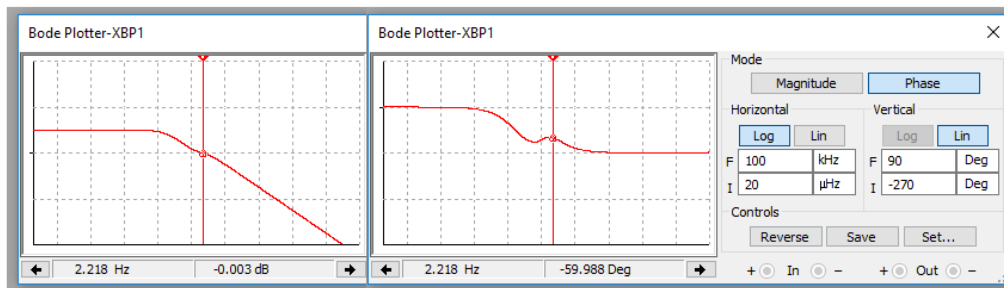
$$G(s) = \frac{20s^2 + 210s + 1000}{s^3 + 21s^2 + 120s + 100}$$

Per ricavare i margini di fase si ricorre al software Multisim.

Per ottenere i diagrammi del modulo e della fase si inseriscono nel *Transfer Function Block* i coefficienti dei polinomi al numeratore e al denominatore come indicato in figura.



I diagrammi di Bode del modulo e della fase derivanti dal procedimento di simulazione vengono rappresentati nella figura seguente.



Si evidenzia una frequenza di attraversamento dell'asse a 0 dB pari a circa 2,2 Hz; la fase corrispondente vale circa 60° ; il margine di fase conseguente pari a circa 120° rappresenta un indice di stabilità sufficiente per la configurazione ad anello chiuso.

QUESITO 4

I disturbi sono variabili esterne che agiscono sul sistema modificando l'uscita in modo indesiderato e sono in genere imprevedibili.

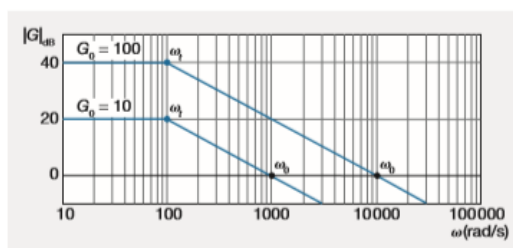
In particolari i disturbi additivi hanno origine dall'ambiente esterno, i disturbi parametrici da modifiche relative alla struttura del sistema.

Un buon sistema di controllo non elimina i disturbi, ma ne rende minimo l'effetto dannoso.

Un sistema retroazionato assicura un buon comportamento in regime stazionario (relativa insensibilità ai disturbi, alle non linearità, alle variazioni dei parametri); le condizioni che assicurano un buon comportamento in regime stazionario come un guadagno d'anello elevato sono in contrasto con quelle richieste per avere un buon comportamento in transitorio; un guadagno d'anello elevato può portare infatti all'instabilità del sistema; per questo motivo si ricorre all'impiego di reti correttive che possono assicurare un comportamento in transitorio accettabile a parità di guadagno d'anello.

Il contrasto viene anche evidenziato dal fatto che la retroazione determina anche un aumento della pulsazione di taglio del sistema e di conseguenza della prontezza di risposta ma questo sempre a scapito di una riduzione della costante di guadagno.

L'esempio che segue mostra il diagramma del modulo di un sistema retroazionato costituito da un blocco con un polo avente costante di tempo 10 ms retroazionato con un blocco semplicemente proporzionale avente costante di guadagno 10 e 100



Con costante di guadagno 10 l'attraversamento a 0 dB avviene alla pulsazione di 1000 rad/s, con costante di guadagno 100 alla pulsazione di 10 000 rad/s.

Il sistema che ha costante di guadagno 100 ha una maggior prontezza di risposta rispetto al sistema con costante di guadagno 10.

È evidente che un aumento della costante di guadagno (da 10 a 100) ha determinato un miglioramento della prontezza di risposta.